

#5  
Priority  
5-21-01

Express Mail Label No.EL631546565US  
PATENT  
36856.449

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Keiji SAKATA Serial No.: Currently unknown Filing Date: Concurrently herewith For: <b>MULTILAYER INDUCTOR</b>	
---	--

1c986 U.S. PTO  
09/782792  
02/14/01

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**

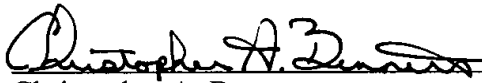
ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of each of Japanese Patent Application No. **2000-035593** filed **February 14, 2000**, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b. Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: February 14, 2001

  
Christopher A. Bennett  
Attorney for Applicant(s)  
Reg. No. 46,710

**KEATING & BENNETT LLP**  
10400 Eaton Place, Suite 312  
Fairfax, VA 22030  
(703) 385-5200

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 2月14日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-035593

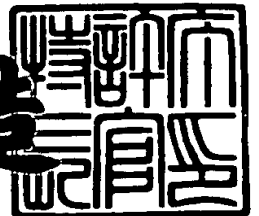
出 願 人  
Applicant (s):

株式会社村田製作所

2001年 1月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3000495

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP-2002799

【提出日】 平成12年 2月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01F 17/00

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

    【氏名】 坂田 啓二

【特許出願人】

    【識別番号】 000006231

    【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

    【識別番号】 100079577

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岡田 全啓

    【電話番号】 06-6252-6888

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012634

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9004879

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 積層インダクタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 積層される複数の磁性体層、および

前記複数の磁性体層間に形成され、前記磁性体層に形成したスルーホールを介して螺旋状に接続される複数のコイル導体パターンを含む積層インダクタにおいて、

前記磁性体層の主面上における前記複数のコイル導体パターンの 1 周分の投影面の面積を、前記磁性体層の主面の面積の 3 5 % 以上 7 5 % 以下にしたことを特徴とする、積層インダクタ。

【請求項 2】 前記磁性体層において前記コイル導体パターンの近傍部分に非磁性部分が形成された、請求項 1 に記載の積層インダクタ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は積層インダクタに関し、特に、たとえば DC / DC コンバータ用のチョークコイルなどとして使用される積層インダクタに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

パソコンのメイン電源などに用いられる DC / DC コンバータでは、直流抵抗が小さく大きな直流電流を流すことができるコイルないしはインダクタが必要となっている。従来、この種のインダクタには、ドラム型のコアに導線を巻いたタイプのものが多く使われている。

【 0 0 0 3 】

図 1 0 は従来のインダクタの一例を示す図解図である。図 1 0 に示すインダクタ 1 では、ドラム型のコア 2 に、断面が円形の導線 3 が巻かれる。

図 1 1 は従来のインダクタの他の例を示す図解図である。図 1 1 に示すインダクタ 1 では、ドラム型のコア 2 に、断面が長方形の導線 3 が巻かれる。

図 1 2 は従来のインダクタのさらに他の例を示す図解図である。図 1 2 に示す

インダクタ 1 では、ドラム型のコア 2 に、断面が長方形の導線 3 が巻かれ、さらに、コア 2 の中央部分すなわち導線 3 からなるコイルの中心部分に、エアーギャップないしは空洞部分 4 が形成される。

図 1 1 に示すインダクタ 1 では、図 1 0 に示すインダクタ 1 と比べて、断面が長方形の導線 3 が用いられるので、導線 3 が巻かれるスペースを隙間なく有効に使えるため、直流抵抗を小さくすることができ、大きな直流電流を流すことができるという利点がある。

また、図 1 2 に示すインダクタ 1 では、図 1 1 に示すインダクタ 1 と比べて、コア 2 の中央部分すなわち導線 3 からなるコイルの中心部分に、磁束を切るようにエアーギャップないしは空洞部分 4 が形成されるので、インダクタンスの直流重畳特性が改善される。

#### 【 0 0 0 4 】

ところが、図 1 0 ないし図 1 2 に示すインダクタ 1 では、フェライトからなるコア 2 と内部の導線 3 とを同時に加工することができず、たとえば、E 型のコアに導線を巻いて、さらに別の E 型のコアを重ね合わせるという方法がとられる。この場合、コア同士の接触が十分な面接触とならず、特性の低下やばらつきの原因となる。また、コアなどの加工が複雑なこと、コアを金型で作ること、断面が長方形の導線のコストが高いことなどにより、製品コストが高くなるといった欠点があった。

#### 【 0 0 0 5 】

そこで、そのような欠点がない積層インダクタが考え出された。特開平 1 0 - 1 2 4 4 3 号および特開平 1 0 - 2 7 7 1 2 号には、そのような従来の積層インダクタが開示されている。

図 1 3 は従来の積層インダクタの一例を示す図解図である。図 1 3 に示す積層インダクタ 5 は積層体 6 を含む。積層体 6 は積層される複数の磁性体層 6 a を含み、それらの磁性体層 6 a 間にはコイル導体パターン 7 がそれぞれ形成される。これらのコイル導体パターン 7 は、磁性体層 6 a に形成したスルーホールを介して螺旋状に接続される。また、積層体 6 の両端部には、外部電極 8 a および 8 b が形成される。これらの外部電極 8 a および 8 b は、コイル導体パターン 7 から

なるコイルの両端に接続される。さらに、積層体 6 ないしは磁性体層 6 a の中央部分すなわちコイルの中心部分には、インダクタンスの直流重畳特性を改善するために、空洞部分 9 a が形成される。

図 1 4 は従来の積層インダクタの他の例を示す図解図である。図 1 4 に示す積層インダクタ 5 は、図 1 3 に示す積層インダクタ 5 と比べて、積層体 6 ないしは磁性体層 6 a の中央部分すなわちコイルの中心部分が、インダクタンスの直流重畳特性を改善するために、非磁性セラミックス 9 b で形成される。

図 1 3 および図 1 4 に示す積層インダクタ 5 では、図 1 0 ないし図 1 2 に示すインダクタ 1 と比べて、加工が複雑にならないので、低コストで作ることができる。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述の従来の積層インダクタでは、コイル導体パターンの面積が小さいため、直流抵抗が大きく、大きな直流電流を流すには不向きである。

#### 【 0 0 0 7 】

それゆえに、この発明の主たる目的は、直流抵抗が小さく大きな直流電流を流すことができる積層インダクタを提供することである。

#### 【 0 0 0 8 】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明にかかる積層インダクタは、積層される複数の磁性体層と、複数の磁性体層間に形成され、磁性体層に形成したスルーホールを介して螺旋状に接続される複数のコイル導体パターンとを含む積層インダクタにおいて、磁性体層の主面上における複数のコイル導体パターンの 1 周分の投影面の面積を、磁性体層の主面の面積の 3 5 % 以上 7 5 % 以下にしたことを特徴とする、積層インダクタである。

この発明にかかる積層インダクタでは、磁性体層においてコイル導体パターンの近傍部分に非磁性部分が形成されてもよい。

#### 【 0 0 0 9 】

この発明にかかる積層インダクタでは、磁性体層の主面上における複数のコイ

ル導体パターンの1周分の投影面の面積を、磁性体層の主面の面積の35%以上75%以下にしたので、複数のコイル導体パターンからなるコイルの直流抵抗が小さくなり、大きな直流電流を流すことができる。

また、この発明にかかる積層インダクタでは、磁性体層においてコイル導体パターンの近傍部分に非磁性部分が形成されると、非磁性部分で磁束が切られるので、複数のコイル導体パターンからなるコイルの近傍部分で磁気飽和が起こりにくくなり、インダクタンスの直流重畳特性が改善される。

#### 【0010】

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

図1はこの発明にかかる積層インダクタの一例を示す図解図であり、図2はその積層インダクタの分解斜視図である。この積層インダクタ10は積層体12を含む。

#### 【0012】

積層体12は積層される複数の磁性体層14を含む。これらの磁性体層14間には、第1のコイル導体パターン16a、第2のコイル導体パターン16b、引出しコイル導体パターン16cおよび16dが形成される。この場合、複数の第1のコイル導体パターン16aおよび複数の第2のコイル導体パターン16bが交互に形成される。なお、図1および図2では、第1のコイル導体パターン16aおよび第2のコイル導体パターン16bのうちいくつかのものが省略されている。引出しコイル導体パターン16cおよび16dは、これらの第1のコイル導体パターン16aおよび第2のコイル導体パターン16bの上方および下方にそれぞれ形成される。また、一方の引出しコイル導体パターン16cは、磁性体層14の一端部にのびる引出し部を有する。また、他方の引出しコイル導体パターン16dは、磁性体層14の他端部にのびる引出し部を有する。さらに、引出しコイル導体パターン16cおよび16d間の磁性体層14には、スルーホール18がそれぞれ形成される。そして、上述のコイル導体パターン16a、16b、

16cおよび16dは、スルホール18を介して螺旋状に接続される。

【0013】

また、この積層インダクタ10において、コイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dは、図3に示すように、磁性体層14の主面上における1周分の投影面の面積 $S_c$ が磁性体層14の主面の面積 $S_m$ の35%以上75%以下になるように形成される。

【0014】

さらに、積層体12の両端部には、外部電極20aおよび20bが形成される。これらの外部電極20aおよび20bは、コイル導体パターン16cおよび16dの引出し部すなわちコイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dからなるコイルの一端および他端にそれぞれ接続される。

【0015】

この積層インダクタ10を作るためには、たとえば、まず、磁性体層の材料となるグリーンシート上に各コイル導体パターンをスクリーン印刷などの方法で印刷して形成する。そして、第1のコイル導体パターンを形成したグリーンシートおよび第2のコイル導体パターンを形成したグリーンシートを交互に積み重ね、それを引出しコイル導体パターンを形成したグリーンシートで挟み、さらに、その外側をグリーンシートで挟み込んで、積層物を作る。そして、その積層物をプレスし、焼成して、積層体を作り、その積層体に外部電極を形成して、積層インダクタ10を作る。

【0016】

この積層インダクタ10では、磁性体層14の主面上における複数のコイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dの1周分の投影面の面積 $S_c$ を、磁性体層14の主面の面積 $S_m$ の35%以上75%以下にしたので、複数のコイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dからなるコイルの直流抵抗が小さくなり、大きな直流電流を流すことができる。

【0017】

なお、磁性体層の主面の面積 $S_m$ に対するコイル導体パターンの投影面の面積 $S_c$ の面積比率が35%未満では、コイルの直流抵抗が大きくなり、好ましくな



い。一方、その面積比率が75%をこえると、磁束が回らなくなるため、取得インダクタンスが小さくなり、好ましくない。

#### 【0018】

また、この積層インダクタ10は、上述のような積層的な工法で作ることができるため、巻線を用いたインダクタのように加工が複雑にならず、低コストで作ることができる。

#### 【0019】

さらに、この積層インダクタ10では、一体的に成形されるため、薄型化が容易である。

#### 【0020】

ここで、上述の積層インダクタ10において、円板状の磁性体層14と、磁性体層14の主面上における1周分の投影面がリング状であるコイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dとを用いた場合の電気特性などについて説明する。

#### 【0021】

たとえば、図4に示すように、直径Dが4mmの円板状の磁性体層14と、1周分の投影面の幅方向における中央部分Cが2mmの円でありかつ幅Wが1mmのコイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dとを用いた場合、磁性体層14の主面の面積は $12.56\text{ mm}^2$ となり、コイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dの1周分の投影面の面積は $6.28\text{ mm}^2$ となり、磁性体層14の主面の面積に対するコイル導体パターン16a、16b、16cおよび16dの1周分の投影面の面積の面積比率は50%となる。

上述の例において、高さないしは厚みが1mmである積層インダクタを作ると、 $10\text{ }\mu\text{H}$ のインダクタンスにおいて、直流抵抗は $0.2\text{ }\Omega$ 程度となる。

また、上述の例において、コイル導体パターンの幅Wを $0.3\text{ mm}$ にすると、面積比率は15%となり、同じ $10\text{ }\mu\text{H}$ のインダクタンスを取得するのに必要となるコイル導体パターンの巻数は少なくなり、最大取得できるインダクタンスも大きくなるが、 $10\text{ }\mu\text{H}$ のインダクタンスにおける直流抵抗は $0.4\text{ }\Omega$ 程度と大きくなる。

さらに、上述の例において、コイル導体パターンの幅 $W$ を変えた場合の各インダクタンスにおける直流抵抗の値を表1に示した。

【0022】

【表1】

電極の幅 (mm)		0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5
面積比率 (%)		15	25	35	50	60	75
直 流 抵 抗 ( $\Omega$ )	5 $\mu$ Hの場合	0.25	0.18	0.14	0.12	0.11	0.11
	10 $\mu$ Hの場合	0.39	0.28	0.22	0.20	0.19	0.18
	20 $\mu$ Hの場合	0.57	0.41	0.33	0.30	0.29	—
	30 $\mu$ Hの場合	0.80	0.56	0.44	—	—	—
	50 $\mu$ Hの場合	1.04	0.82	—	—	—	—

— は、取得不可を示す。

【0023】

また、この表1をグラフにすると、図5に示すようになる。

【0024】

表1および図5に示すグラフより、コイル導体パターンの幅 $W$ を広げることで、直流抵抗は小さくなるが、徐々にその低下の度合いが小さくなり、面積比率の増加に対する効果は小さくなり、さらに、最大取得できるインダクタンスも小さくなることがわかる。

また、コイル導体パターンの幅 $W$ を広げることで直流抵抗は小さくできるが、取得できるインダクタンスの領域も考慮すると、上述の例では、30  $\mu$ Hまでは取得できる面積比率を35%以上とする。

【0025】

図6はこの発明にかかる積層インダクタの他の例を示す図解図であり、図7はその積層インダクタの分解斜視図である。図6および図7に示す積層インダクタ10では、図1および図2に示す積層インダクタ10と比べて、1つの第2のコイル導体パターン16bの内側部分に、エアーギャップないしは空洞部分22が形成されている。

## 【 0 0 2 6 】

図 6 および図 7 に示す積層インダクタ 1 0 は、図 1 および図 2 に示す積層インダクタ 1 0 と同様にして作られるが、空洞部分 2 2 は、グリーンシート上で第 2 のコイル導体パターンの内側部分に、たとえばカーボンなどの有機ペーストを薄く塗布しておき、全体を焼成することによって形成される。

## 【 0 0 2 7 】

図 6 および図 7 に示す積層インダクタ 1 0 では、図 1 および図 2 に示す積層インダクタ 1 0 と比べて、特に、空洞部分 2 2 がコイルの中心部分を通る磁束を切るため、コイルの中心部分で磁気飽和が起こりにくくなり、優れたインダクタンスの直流重畳特性が得られる。

## 【 0 0 2 8 】

この空洞部分 2 2 は、有機ペーストの塗布厚や塗布部分を変えることによって、大きさや位置を容易に変えることができ、これによって、必要な特性を得ることができる。

## 【 0 0 2 9 】

図 8 は、空洞部分を形成しない場合、空洞部分を形成した場合および空洞部分を大きくした場合の積層インダクタの電気特性を示すグラフである。図 8 に示すグラフより明らかなように、空洞部分を形成しない場合より形成した場合のほうが積層インダクタのインダクタンスの直流重畳特性がよくなることがわかり、さらに、空洞部分を大きくした場合にインダクタンスの直流重畳特性がさらによくなることがわかる。

## 【 0 0 3 0 】

なお、有機ペーストを塗布して空洞部分 2 2 を形成する代わりに、有機ペーストの塗布部分と同じ大きさの樹脂シートを設けても、コイル導体パターンの近傍部分に非磁性部分が形成されることになり、非磁性部分で磁束が切られるので、コイルの近傍部分で磁気飽和が起こりにくくなり、インダクタンスの直流重畳特性がよくなる。

## 【 0 0 3 1 】

図 9 はこの発明に積層インダクタのさらに他の例を示す分解斜視図である。図

9に示す積層インダクタ10では、図1および図2に示す積層インダクタ10と比べて、特に、第1のコイル導体パターン16aおよび第2のコイル導体パターン16bがそれぞれC字型に形成され、引出しコイル導体パターン16cおよび16dがそれぞれJ字型に形成されている。このように、コイル導体パターンの形状を変えても、同様の効果が得られる。

【0032】

【発明の効果】

この発明によれば、直流抵抗が小さく大きな直流電流を流すことができる積層インダクタが得られる。

また、この発明にかかる積層インダクタでは、磁性体層においてコイル導体パターンの近傍部分に非磁性部分が形成されると、インダクタンスの直流重畳特性が改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明にかかる積層インダクタの一例を示す図解図である。

【図2】

図1に示す積層インダクタの分解斜視図である。

【図3】

図1に示す積層インダクタの磁性体層の主面およびコイル導体パターンの投影面を示す平面図である。

【図4】

磁性体層およびコイル導体パターンの他の例を示す斜視図である。

【図5】

図4に示す磁性体層およびコイル導体パターンを用いた積層インダクタの電気特性を示すグラフである。

【図6】

この発明にかかる積層インダクタの他の例を示す図解図である。

【図7】

図6に示す積層インダクタの分解斜視図である。

【図 8】

空洞部分を形成しない場合、空洞部分を形成した場合および空洞部分を大きくした場合の積層インダクタの電気特性を示すグラフである。

【図 9】

この発明にかかる積層インダクタのさらに他の例を示す分解斜視図である。

【図 1 0】

従来のインダクタの一例を示す図解図である。

【図 1 1】

従来のインダクタの他の例を示す図解図である。

【図 1 2】

従来のインダクタのさらに他の例を示す図解図である。

【図 1 3】

従来の積層インダクタの一例を示す図解図である。

【図 1 4】

従来の積層インダクタの他の例を示す図解図である。

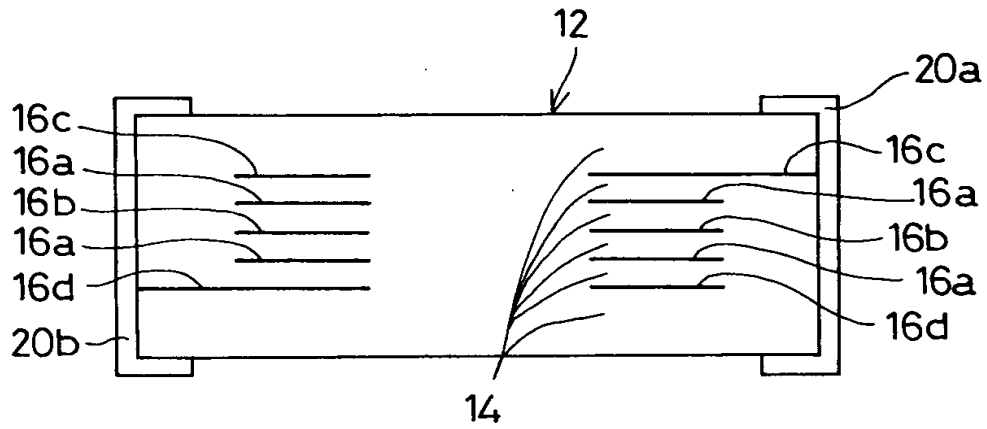
【符号の説明】

- 1 0 積層インダクタ
- 1 2 積層体
- 1 4 磁性体層
- 1 6 a、1 6 b、1 6 c、1 6 d コイル導体パターン
- 1 8 スルーホール
- 2 0 a、2 0 b 外部電極
- 2 2 空洞部分

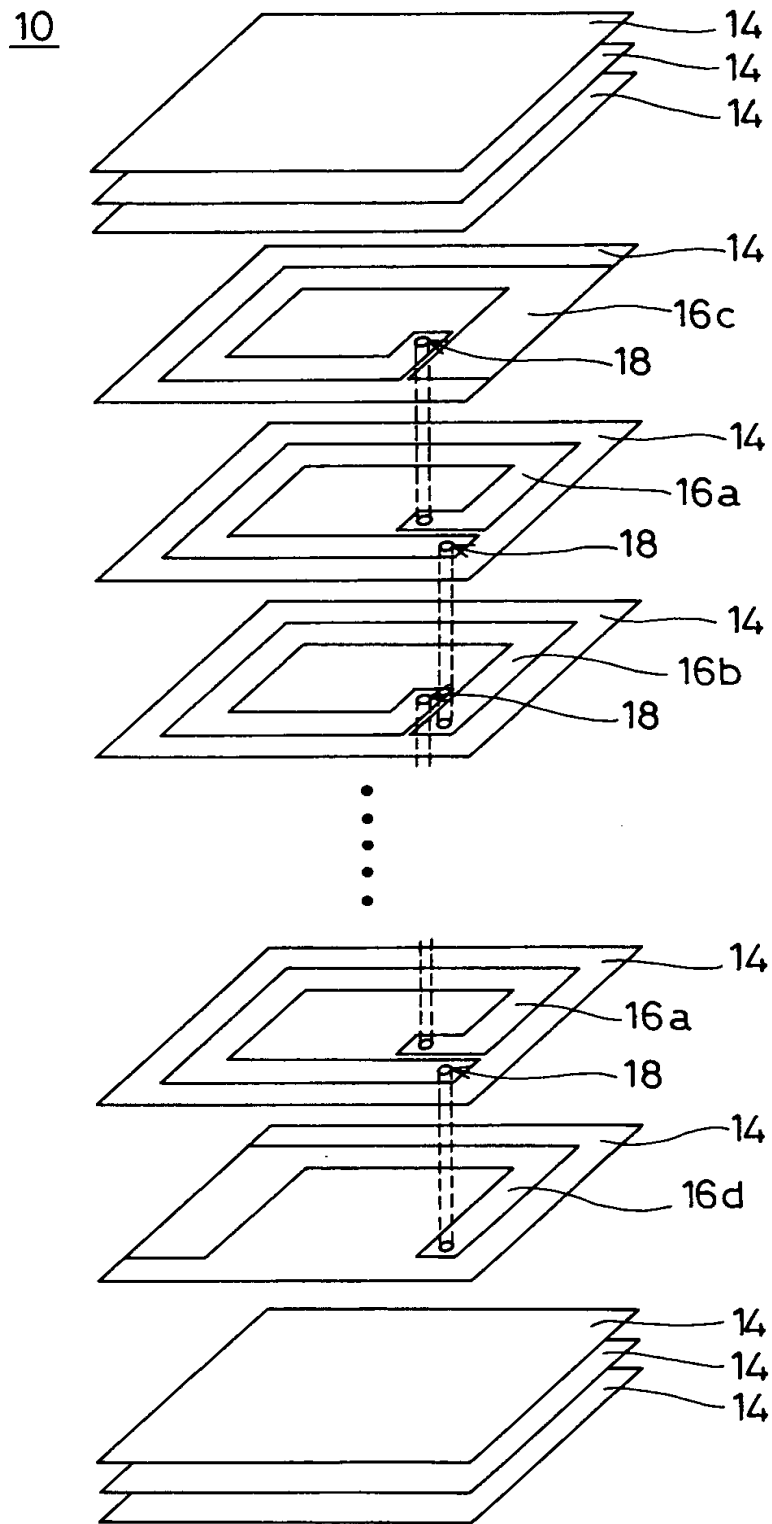
【書類名】 図面

【図 1】

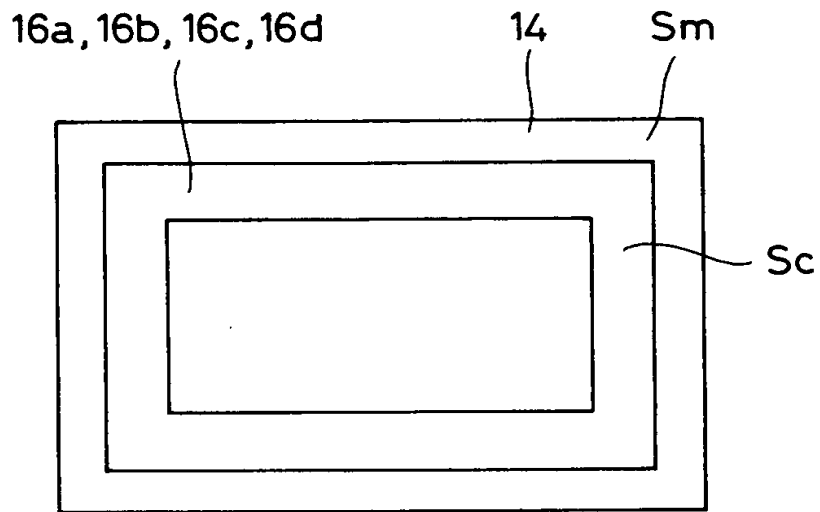
10



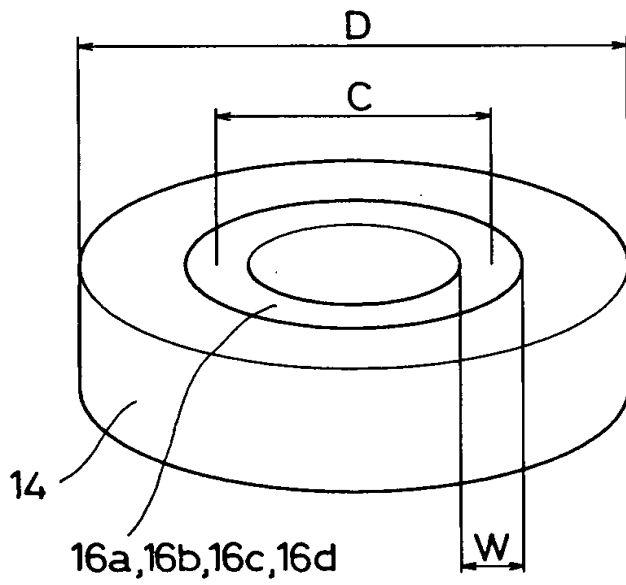
【図 2】



【図 3】

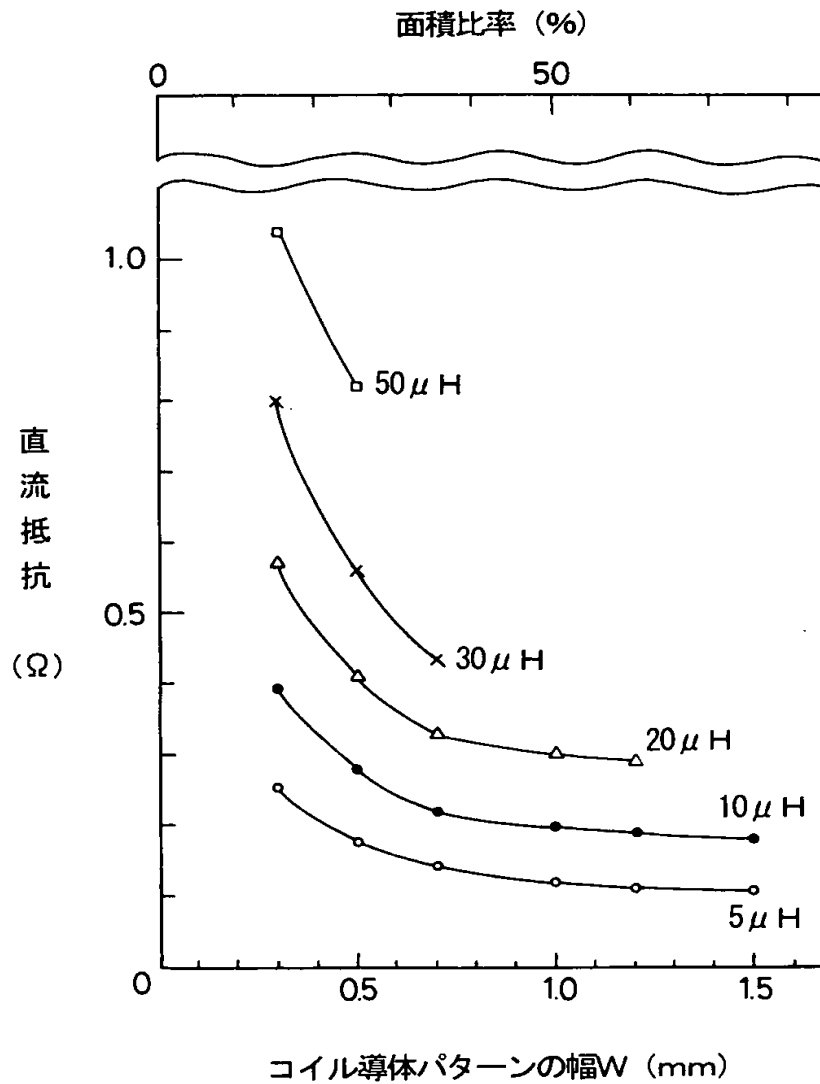


【図 4】

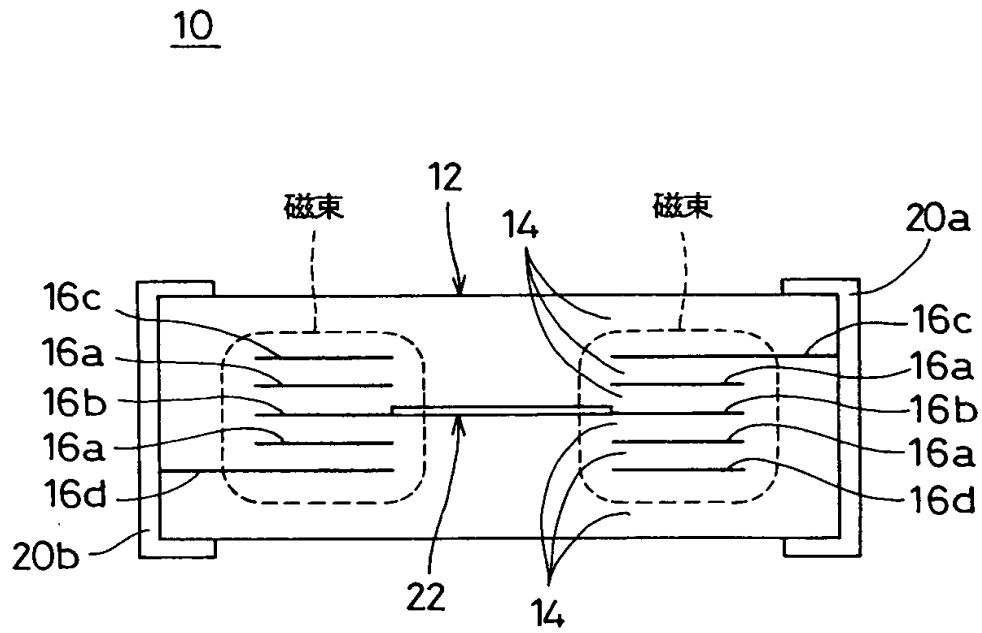




【図 5】

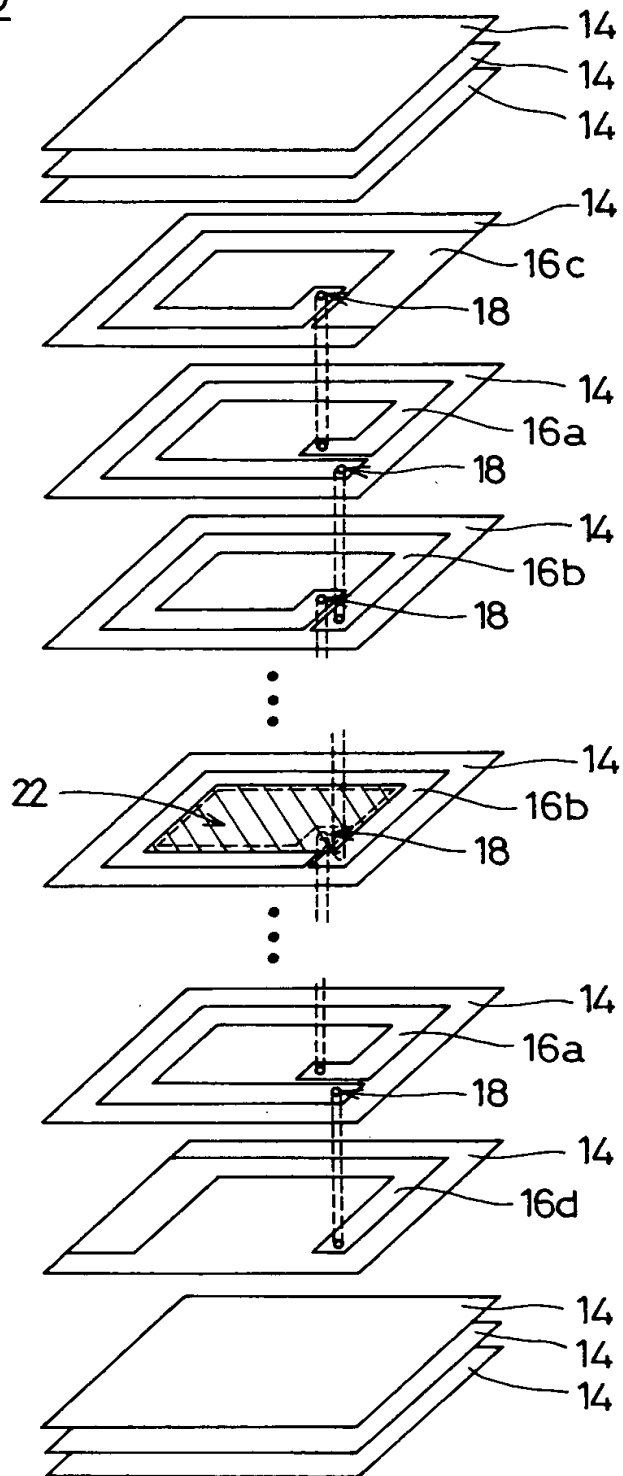


【図 6】

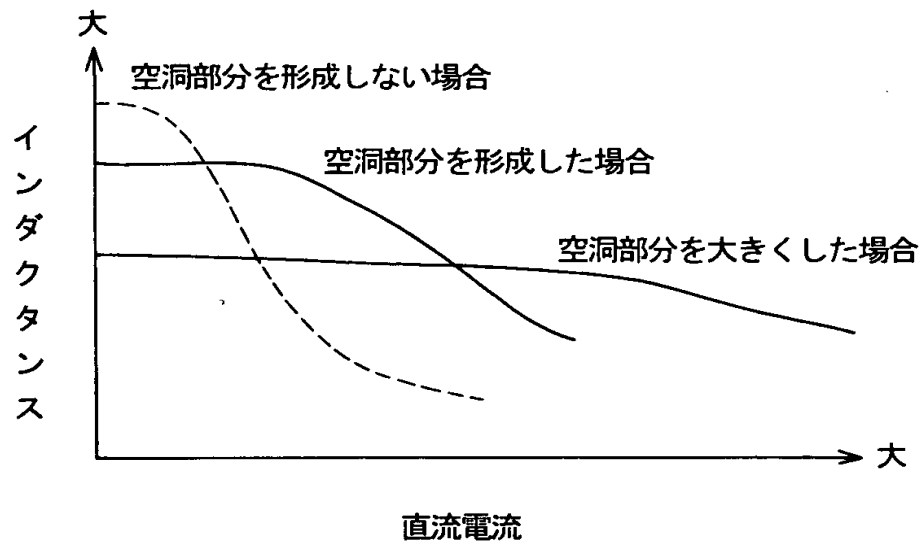


【図 7】

10

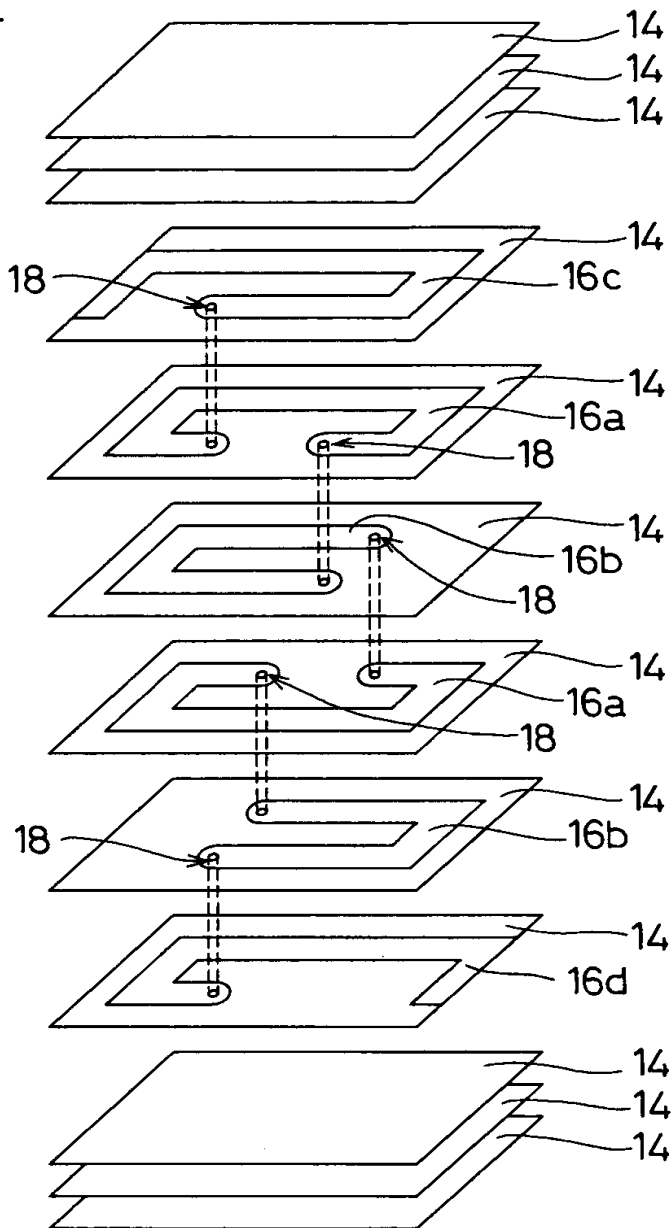


【図 8】

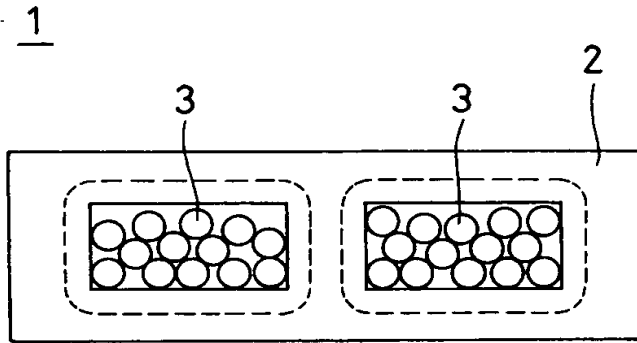


【図 9】

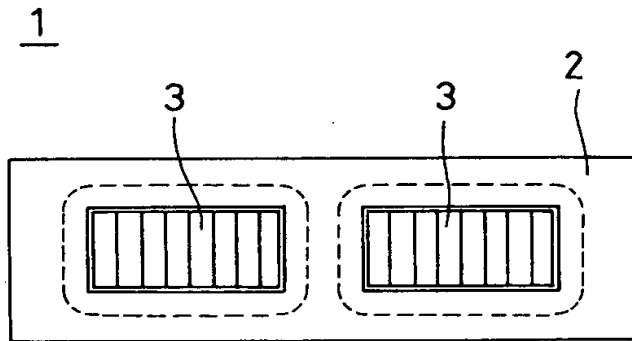
10



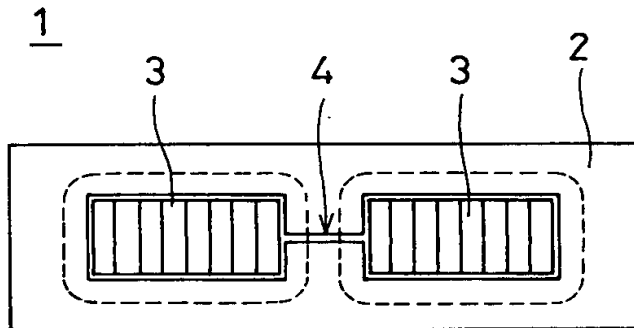
【図 1 0】



【図 1 1】

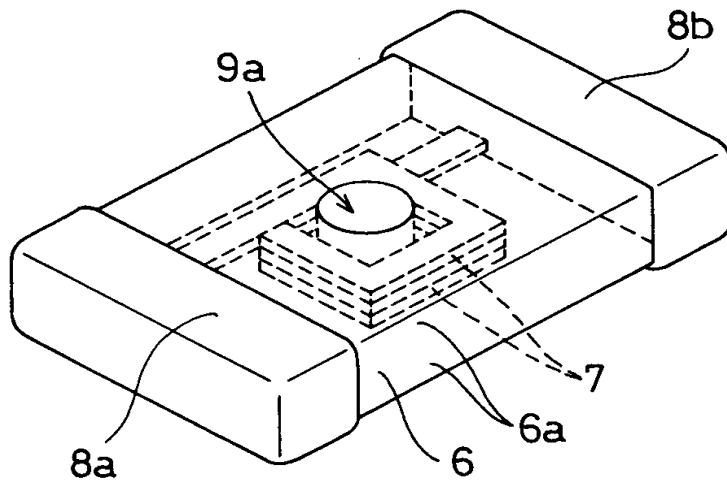


【図 1 2】



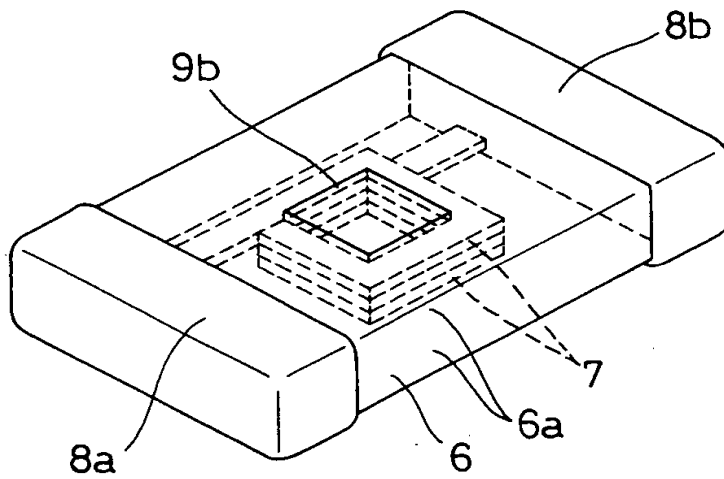
【図13】

5



【図14】

5



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 直流抵抗が小さく大きな直流電流を流すことができる積層インダクタを提供する。

【解決手段】 積層インダクタ 1 0 の積層体 1 2 は、積層される複数の磁性体層 1 4 を含む。磁性体層 1 4 間には、コイル導体パターン 1 6 a、1 6 b、1 6 c および 1 6 d が形成される。コイル導体パターン 1 6 a ~ 1 6 d は、磁性体層 1 4 に形成したスルーホール 1 8 を介して螺旋状に接続される。コイル導体パターン 1 6 a ~ 1 6 d は、磁性体層 1 4 の主面上における投影面の面積が磁性体層 1 4 の主面の面積の 3 5 % 以上 7 5 % 以下になるように形成される。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名	株式会社村田製作所